

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2018-10147

(P2018-10147A)

(43) 公開日 平成30年1月18日(2018.1.18)

(51) Int.Cl.
G03G 15/08 (2006.01)F 1
G03G 15/08 3 2 1 Bテーマコード (参考)
2H077

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2016-138746 (P2016-138746)
(22) 出願日 平成28年7月13日 (2016.7.13)(71) 出願人 000001007
キヤノン株式会社
東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(74) 代理人 100126240
弁理士 阿部 琢磨
(74) 代理人 100124442
弁理士 黒岩 創吾
(72) 発明者 松本 淳志
東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤ
ノン株式会社内
Fターム(参考) 2H077 AA03 AA35 AB02 AB14 AB18
AC02 AD06 AD13 AD18 AD36
AE06 BA08 DA03 DA10 DA35
DA52 DA78 DA81 EA03

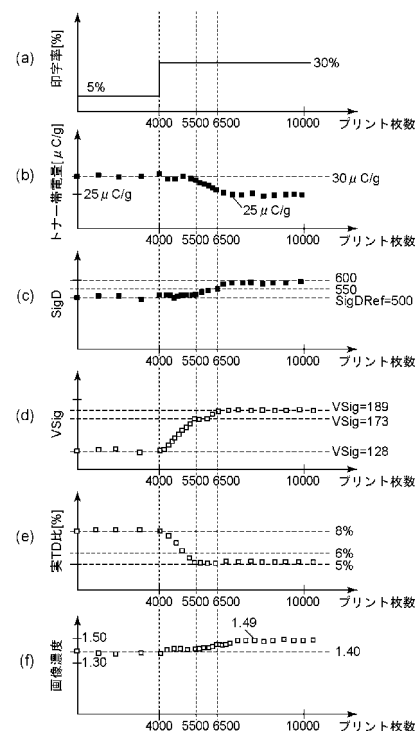
(54) 【発明の名称】 画像形成装置

(57) 【要約】

【課題】 極端な印字率の画像を連続プリントされた場合のインダクタンスセンサの誤検知に起因する画像安定化の低減を抑制する。

【解決手段】 パッチ検ATRのパッチ画像濃度によりトナー濃度誤検知状態かどうかを判断し、トナー濃度誤検知状態と判断した場合は実際のトナー濃度が所望のトナー濃度となるようにトナー濃度ターゲットを誤検知分だけオフセットさせる。

【選択図】 図11



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

像担持体と、トナーとキャリアを含む現像剤を担持して前記像担持体に形成された静電潜像を現像する現像剤担持体を有し、現像剤を収容する現像装置と、前記現像装置内のトナーとキャリアとの比率を検知するトナー濃度検知部と、前記トナー濃度検知部に基づいてトナーのキャリアに対する比率が上限値と下限値の間の範囲となるように現像装置に現像剤を補給する補給装置と、前記像担持体に形成された画像を記録材に転写するために担持する中間転写部材と、前記像担持体または前記中間転写部材のいずれかに形成された画像の濃度を検知するための画像濃度検知部と、前記画像濃度検知部の出力に基づいて前記補給装置を制御する制御部と、を有する画像形成装置において、

10

画像が基準を超えて濃度が濃いと前記画像濃度検知部により検知された検知結果に基づいて、前記比率の下限値を低い方向へオフセットすることを特徴とする画像形成装置。

【請求項 2】

前記トナー濃度検知部はトナーとキャリアの混合比率に応じて変化する現像剤の透磁率を用いたインダクタンスセンサであることを特徴とする請求項 1 記載の画像形成装置。

【請求項 3】

前記比率の下限値を低い方向へオフセットする際には前記比率の上限値のオフセットを実行しないことを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の画像形成装置。

【請求項 4】

前記画像濃度検知部により画像が基準を超えない範囲に戻った場合には、前記オフセットをなくすことを特徴とする請求項 1 から請求項 3 のいずれかに記載の画像形成装置。

20

【請求項 5】

像担持体と、トナーとキャリアを含む現像剤を担持して前記像担持体に形成された静電潜像を現像する現像剤担持体を有し、現像剤を収容する現像装置と、前記現像装置内のトナーとキャリアとの比率を検知するトナー濃度検知部と、前記トナー濃度検知部に基づいてトナーのキャリアに対する比率が上限値と下限値の間の範囲となるように現像装置に現像剤を補給する補給装置と、前記像担持体に形成された画像を記録材に転写するために担持する中間転写部材と、前記像担持体または前記中間転写部材のいずれかに形成された画像の濃度を検知するための画像濃度検知部と、前記画像濃度検知部の出力に基づいて前記補給装置を制御する制御部と、を有する画像形成装置において、

30

画像が基準を超えて濃度が薄いと前記画像濃度検知部により検知された検知結果に基づいて、前記比率の上限値を大きい方向へオフセットすることを特徴とする画像形成装置。

【請求項 6】

前記トナー濃度検知部はトナーとキャリアの混合比率に応じて変化する現像剤の透磁率を用いたインダクタンスセンサであることを特徴とする請求項 5 記載の画像形成装置。

【請求項 7】

前記比率の上限値を高い方向へオフセットする際には前記比率の下限値のオフセットを実行しないことを特徴とする請求項 5 または請求項 6 に記載の画像形成装置。

【請求項 8】

前記画像濃度検知部により画像が基準を超えない範囲に戻った場合には、前記オフセットをなくすことを特徴とする請求項 5 から請求項 7 のいずれかに記載の画像形成装置。

40

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、トナーとキャリアとを含む現像剤を用いて、感光ドラムなどの像担持体上に形成された静電潜像を現像する現像装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

トナー（非磁性）とキャリア（磁性）を主成分とする現像剤（二成分現像剤）を用いて、感光体に書き込まれた静電潜像をトナー像に現像する画像形成装置が広く用いられてい

50

る。二成分現像剤を用いる現像装置では、所定の帯電／露光条件で形成した静電潜像が所定のトナー載り量で現像されるように、現像剤に占めるトナー濃度を調整してトナー帯電量を一定に保っている。

【0003】

トナー帯電量を一定に保つ制御では、トナー帯電量が減少すると、同じ静電潜像でもトナー載り量が増えて画像濃度が高まるため、トナーの割合を減らして、現像剤の摩擦を増すことにより、トナー帯電量が高められる。一方、トナーの帯電量が増加すると同じ静電潜像でもトナー載り量が減って画像濃度が下がるため、トナー濃度を増やして現像剤の摩擦を減らすことにより、トナー帯電量を低下させている（特許文献１～４）。

【0004】

特許文献１には、キャリアの比率が高まると現像剤（二成分現像剤）の透磁率が高まることを利用してトナー濃度に応じた信号を出力する透磁率センサ（インダクタンスセンサ）を用いた検出部が示される。

【0005】

特許文献２には、連続画像形成中の画像間隔に形成したパッチ画像に、ＬＥＤ光を照射して、正反射光量を検出することにより、パッチ画像のトナー載り量に応じた信号を出力する光学センサが示される。ここでは、所定の帯電／露光条件で形成したパッチ画像のトナー載り量が所定値に収束するように、補給用現像剤を現像容器に補給して、現像剤（二成分現像剤）のトナー濃度を変化させている。いわゆるパッチ検ＡＴＲ（ＡｕｔｏＴｏｎｅｒＲｅｐｌｅｎｉｓｈｉｎｇ）である。

【0006】

特許文献３には、露光装置の光源に供給される二値変調された画像全体の現像ドット数をカウントして積算するビデオカウント部が示される。ここでは、画像形成される画像データや露光信号を処理して、１枚の画像を現像する際に消費されるトナー量を計算し、消費されるトナー量に見合った量の補給用現像剤を補給することにより、現像剤に占めるトナーの割合の変動を抑制している。

【0007】

さらに特許文献４には、インダクタンス制御部とビデオカウント制御部とパッチ検ＡＴＲ制御を用いて、バランス良く出力画像濃度を安定化する制御が示される。ここでは、ビデオカウント部を用いて予想トナー消費量に相当するトナー補給量をフィードフォワードで算出する。また、インダクタンス制御部によってトナー濃度が基準値に対してのズレをフィードバックで補正する制御が為されている。例えば、トナー消費量が多いケースにおいてインダクタンス制御部単体を用いた場合、トナー補給後にインダクタンス制御部に補給したトナーが到達するまでの時間差による検知遅れでトナー濃度が予想以上に低下する場合がある。従って大枠のトナー補給量をビデオカウント情報で決定し、インダクタンス情報によって補正することが、トナー補給の精度向上の観点で好ましい。またパッチ検ＡＴＲによって求められた狙いのトナー濃度に応じて、インダクタンス制御部の目標値を適宜変更している制御が為されている。同一トナー濃度であってもキャリア表面へのトナー付着などにより、キャリア帯電性能が低下して、耐久に伴い緩やかにトナー帯電量が低下することが良く知られている。従って低頻度のパッチ検ＡＴＲによってインダクタンス制御によるトナー濃度目標値を変更することが好ましい。より具体的には、パッチ画像の濃度と予め定められた（若しくは所定の手続きを経て取得された）パッチ画像濃度ターゲットの差分に応じてインダクタンス制御のトナー濃度目標値を変更することで現像剤の帯電量を変化させ、パッチ画像濃度を一定に保つ。先述の通りトナー帯電量が減少すると、同じ静電潜像でもトナー載り量が増えて画像濃度が高まるため、パッチ画像濃度を一定に保つということは即ち現像剤の帯電量を一定に保つということである。

【0008】

このとき、トナー濃度目標値はパッチ画像濃度を一定にするためにいろいろな値を取るが、パッチ画像濃度を一定にするためにどのような値でも取れるわけではない。このため、特許文献４ではトナー濃度ターゲットに上下限值を設けることでこれを抑制する発明が

10

20

30

40

50

なされている。

【0009】

以上、3つの制御を組み合わせることで、トナー消費量が多い使用ケースや、耐久に伴ってキャリア帯電性能の変化する場合でも、著しく生産性を落とすことなく出力画像濃度を安定化させることが可能になっている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0010】

【特許文献1】特開平01-182750号公報

【特許文献2】特開平06-149057号公報

【特許文献3】特開平05-027527号公報

【特許文献4】特開2011-48118号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

しかしながら、上記特許文献4の制御を用いても出力画像の印字率によってはインダクタンスセンサの信号の誤検知により、出力画像濃度の安定性が低下する虞があった。具体的に説明すると、印字率の高い画像（以下、高印字率画像と呼ぶ）を長期間連続してプリントすると多量のトナー消費に伴うトナー補給が高頻度で実行されるため、攪拌時間が短くなりトナー帯電量が低下する。帯電量の低いトナーが多くなると、現像器内の現像剤の嵩密度も高くなり、インダクタンスセンサによる見かけの透磁率は大きくなる。これによってインダクタンスセンサは現像剤中のキャリア比率が上昇したと誤検知し、トナー濃度を低めに出力する。トナー濃度の検出結果が実際のトナー濃度よりも低いので、トナー濃度が下限に設定されていても実際のトナー濃度としては所望のトナー濃度とはならず誤検知の分だけ高くなる。このような誤検知が起きると、画像安定性が低下しやすくなる。

【0012】

出力画像の印字率が低い場合はこれとは逆で、低印字率画像を長期間連続してプリントすると現像器内のトナー入れ替えが少ないためにトナーとキャリアの摩擦帯電が過剰になされトナー帯電量が高くなる。帯電量が高いトナーが多くなると、現像剤の嵩密度は低くなる。それによってインダクタンスセンサによる見かけの透磁率は小さくなり、現像剤中のキャリア比率が低下したと誤検知し、トナー濃度を高めに出力する。よってトナー濃度が上限に設定されていても実際のトナー濃度としては所望のトナー濃度とはならず、誤検知の分だけ低くなる。このような誤検知が起きると、画像安定性が低下しやすくなる。

【課題を解決するための手段】

【0013】

そこで、本発明は、像担持体と、トナーとキャリアを含む現像剤を担持して前記像担持体に形成された静電潜像を現像する現像剤担持体を有し、現像剤を収容する現像装置と、前記現像装置内のトナーとキャリアとの比率を検知するトナー濃度検知部材と、前記トナー濃度検知部材に基づいてトナーのキャリアに対する比率が上限値と下限値の間の範囲となるように現像装置に現像剤を補給する補給装置と、前記像担持体に形成された画像を記録材に転写するために担持する中間転写部材と、前記像担持体または前記中間転写部材のいずれかに形成された画像の濃度を検知するための画像濃度検知部材と、前記画像濃度検知部材の出力に基づいて前記補給装置を制御する制御部と、を有する画像形成装置において、前記画像濃度検知部材により画像が基準を超えて濃度が濃いと検知された検知結果に基づいて、前記比率の下限値を低い方向へオフセットすることを特徴とする。

【0014】

また、本発明は、像担持体と、トナーとキャリアを含む現像剤を担持して前記像担持体に形成された静電潜像を現像する現像剤担持体を有し、現像剤を収容する現像装置と、前記現像装置内のトナーとキャリアとの比率を検知するトナー濃度検知部材と、前記トナー濃度検知部材に基づいてトナーのキャリアに対する比率が上限値と下限値の間の範囲とな

10

20

30

40

50

るように現像装置に現像剤を補給する補給装置と、前記像担持体に形成された画像を記録材に転写するために担持する中間転写部材と、前記像担持体または前記中間転写部材のいずれかに形成された画像の濃度を検知するための画像濃度検知部材と、前記画像濃度検知部材の出力に基づいて前記補給装置を制御する制御部と、を有する画像形成装置において、前記画像濃度検知部材により画像が基準を超えて濃度が薄いと検知された検知結果に基づいて、前記比率の上限値を大きい方向へオフセットすることを特徴とする。

【発明の効果】

【0015】

本発明によれば、極端なトナー濃度の変動が生じた場合であっても、画像の変動を小さくすることができる。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】画像形成装置の構成の説明図である。

【図2】イエローの画像形成部の構成の説明図である。

【図3】現像装置の構成の説明図である。

【図4】従来制御としての比較例1のフローチャートである。

【図5】TD比の差分と必要トナー補給量の換算テーブルの説明図である。

【図6】ビデオカウント値とトナー消費量の換算テーブルの説明図である。

【図7】実TD比とインダクタンスセンサの検出値の説明図である。

【図8】比較例1で述べる制御において5%印字率画像を4000枚、その後30%印字率画像を6000枚プリントした時の(a):印字率推移、(b):トナー帯電量推移、(c):パッチ画像濃度信号SigD、(d):トナー濃度信号Vsigg、(e):実TD比(トナー濃度比率)、(f):画像濃度である。

【図9】実施例1のフローチャートである。

【図10】ΔODとVsigg-diffの関係を説明する図である。

【図11】実施例1で述べる制御において5%印字率画像を4000枚、その後30%印字率画像を6000枚プリントした時の(a):印字率推移、(b):トナー帯電量推移、(c):パッチ画像濃度信号SigD、(d):トナー濃度信号Vsigg、(e):実TD比(トナー濃度比率)、(f):画像濃度である。

【図12】ファラデー・ゲージの構成の説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0017】

< 画像形成装置の概要 >

図1は画像形成装置の構成の説明図である。図2はイエローの画像形成部の構成の説明図である。

【0018】

図1に示すように、画像形成装置100は、中間転写ベルト24に沿ってイエロー、マゼンタ、シアン、ブラックの画像形成部Pa、Pb、Pc、Pdを配列したタンデム型中間転写方式のフルカラープリンタである。画像形成部Paでは、感光ドラム1aにイエロートナー像が形成されて中間転写ベルト24に一次転写される。画像形成部Pbでは、感光ドラム1bにマゼンタトナー像が形成されて中間転写ベルト24のイエロートナー像に重ねて一次転写される。画像形成部Pc、Pdでは、それぞれ感光ドラム1c、1dにシアントナー像、ブラックトナー像が形成されて同様に中間転写ベルト24に順次重ねて一次転写される。

【0019】

中間転写ベルト24に一次転写された四色のトナー像は、二次転写部T2へ搬送されて記録材Pへ一括二次転写される。記録材カセット20から引き出された記録材Pは、分離ローラ21で1枚ずつに分離してレジストローラ22へ送り出される。レジストローラ22は、停止状態で記録材Pを受け入れて待機させ、中間転写ベルト24のトナー像にタイミングを合わせて記録材Pを二次転写部T2へ送り込む。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 0 】

四色のトナー像を二次転写された記録材 P は、定着装置 2 6 で加熱加圧を受けて表面にトナー像を定着された後に、機体外部へ排出される。

【 0 0 2 1 】

画像形成部 P a、P b、P c、P d は、現像装置 4 a、4 b、4 c、4 d で用いるトナーの色がイエロー、マゼンタ、シアン、ブラックと異なる以外は、実質的にほぼ同一に構成される。以下では、画像形成部 P a について説明し、画像形成部 P b、P c、P d については、画像形成部 P a の構成部材に付した符号末尾の a を b、c、d に読み替えて説明されるものとする。

【 0 0 2 2 】

中間転写ベルト 2 4 は、テンションローラ 2 7、駆動ローラ 2 8、及び対向ローラ 2 5 に掛け渡して支持され、駆動ローラ 2 8 に駆動されて 3 0 0 m m / s e c のプロセススピードで矢印 R 2 方向に回転する。二次転写ローラ 2 3 は、対向ローラ 2 5 に内側面を支持された中間転写ベルト 2 4 に当接して二次転写部 T 2 を形成する。二次転写ローラ 2 3 に電源 D 2 から直流電圧が印加されることによって、中間転写ベルト 2 4 に担持されたトナー像が記録材 P へ二次転写される。ベルトクリーニング装置 2 9 は、中間転写ベルト 2 4 にクリーニングブレードを摺擦させて、記録材 P への転写を逃れて二次転写部 T 2 を通過して中間転写ベルト 2 4に残った転写残トナーを回収する。

【 0 0 2 3 】

図 2 に示すように、被複写原稿は、原稿読取装置 1 0 1 で読み取られる。原稿読取装置 1 0 1 は、C C D 等の原稿画像を電気信号に変換する光電変換素子を有しており、被複写原稿のイエロー画像情報、マゼンタ画像情報、シアン画像情報、ブラック画像情報に、それぞれ対応した画像信号を出力する。

【 0 0 2 4 】

画像形成部 P a は、感光体の一例である感光ドラム 1 a の周囲に、帯電ローラ 2 a、露光装置 3 a、現像装置 4 a、一次転写ローラ 5 a、クリーニング装置 6 a を配置している。感光ドラム 1 a は、アルミニウムシリンダの外周面に負極性の帯電極性の感光層が形成され、3 0 0 m m / s e c のプロセススピードで矢印 R 1 方向に回転する。

【 0 0 2 5 】

帯電ローラ 2 a は、感光ドラム 1 a に当接して従動回転し、直流電圧に交流電圧を重ねた振動電圧を電源 D 3 から印加されることにより、感光ドラム 1 a の表面を一様な負極性の暗部電位 V D に帯電させる。露光装置 3 a は、イエローの分解色画像を展開した走査線画像データを O N - O F F 変調したレーザービームを回転ミラーで走査して、帯電した感光ドラム 1 a の表面に画像の静電潜像を書き込む。現像装置 4 a は、後述するように、二成分現像剤を用いて、感光ドラム 1 a の静電潜像（露光部）にトナーを付着させて、トナー像を反転現像する。

【 0 0 2 6 】

一次転写ローラ 5 a は、中間転写ベルト 2 4 の内側面を押圧して、感光ドラム 1 a と中間転写部材である中間転写ベルト 2 4 との間に一次転写部 T a を形成する。電源 D 1 から一次転写ローラ 5 a へ正極性の直流電圧が印加されることにより、感光ドラム 1 a に担持されたトナー像が、一次転写部 T a を通過する中間転写ベルト 2 4 へ一次転写される。クリーニング装置 6 a は、感光ドラム 1 a にクリーニングブレードを摺擦させて、中間転写ベルト 2 4 への転写を逃れて感光ドラム 1 a に残った転写残トナーを回収する。

【 0 0 2 7 】

< 現像装置 >

図 3 は現像装置の構成の説明図である。図 3 に示すように、現像装置 4 a は、現像剤担持体の一例である現像スリーブ 4 1 に現像剤を担持して感光体（1 a）の静電潜像を現像する。現像容器 4 0 は、一对の搬送スクリー部材（4 4 a、4 4 b）によって現像剤を攪拌、帯電させて現像スリーブ 4 1 に担持させる。供給装置の一例である現像剤カートリッジ 4 6 は、トナーを含む補給用現像剤を現像容器 4 0 に供給する。検出部の一例である

10

20

30

40

50

トナー濃度センサ 10 は、現像容器 40 内を循環する現像剤を検出して現像剤に占めるトナーの割合に応じた信号を出力する。

【0028】

現像容器 40 には、トナーとキャリアを主成分とする現像剤が収容されており、初期状態の現像剤に占めるトナーの重量で示した割合（トナー濃度、TD 比）は 8 % である。なお、TD 比は、トナー帯電量、キャリア粒径、現像装置 4 a の構造等で適正に調整されるべきものであるから、8 % に限定されるものではない。

【0029】

現像装置 4 a は、感光ドラム 1 a に対向した現像領域が開口しており、この開口部から一部露出させて、非磁性材料で構成される現像スリーブ 4 1 が回転可能に配置されている。磁界発生部であるマグネット 4 2 は、現像スリーブ 4 1 の円周に沿って、所定のパターンの複数の磁極を有する固定の円柱状マグネットで構成される。摩擦帯電によって表面にトナーを吸着したキャリアは、マグネット 4 2 が発生する磁界によって現像スリーブ 4 1 上に拘束される。

【0030】

現像スリーブ 4 1 は、現像動作時には矢印 A 方向に回転し、現像容器 40 内の現像剤を層状に保持して担持搬送し、感光ドラム 1 a と対向する現像領域に現像剤を供給する。現像スリーブ 4 1 に担持する現像剤の層厚は、現像スリーブ 4 1 と近接対向して設けられた規制部材 4 3 によって規制される。

【0031】

電源 D 4 は、負極性の直流電圧 V d c に交流電圧を重ねた振動電圧を現像スリーブ 4 1 に印加する。負極性の直流電圧 V d c が印加された現像スリーブ 4 1 は、感光ドラム（1 a）に形成されている静電潜像（露光部）よりも相対的に負極性になり、現像剤中の負極性に帯電したトナーが現像スリーブ 4 1 から感光ドラム（1 a）へ移転する。現像スリーブ 4 1 上の静電潜像を現像した残りの現像剤は、現像スリーブ 4 1 の回転に従って現像容器 40 内に回収され、搬送攪拌スクリー 4 4 a によって搬送される現像剤に混合される。

【0032】

現像容器 40 内には、現像剤を攪拌しながら搬送する攪拌搬送部材の一例である搬送攪拌スクリー 4 4 a、4 4 b が現像スリーブ 4 1 と平行に配設される。現像スリーブ 4 1 及び搬送攪拌スクリー 4 4 a、4 4 b は、現像容器 40 の外側で、図示しないギア機構によって連結され、共通の駆動モータによって一体に回転駆動される。

【0033】

現像容器 40 内の空間は、仕切壁 40 F によって 2 つの空間に仕切られ、現像スリーブ 4 1 側の空間に搬送攪拌スクリー 4 4 a、現像剤カートリッジ 4 6 側の空間に搬送攪拌スクリー 4 4 b が配設されている。仕切壁 40 F の長手方向の両端部には、2 つの空間の間で現像剤を受け渡して現像容器 40 内で循環させるため、不図示の開口部が形成されている。

【0034】

搬送攪拌スクリー 4 4 a は、紙面の奥側から手前側に向かって現像剤を搬送しつつ、現像スリーブ 4 1 に現像剤を供給する。搬送攪拌スクリー 4 4 b は、逆に、紙面の手前側から奥側に向かって現像剤を搬送しつつ、現像剤カートリッジ 4 6 から供給された補給用現像剤を循環する現像剤に混合する。このようにして、搬送攪拌スクリー 4 4 a、4 4 b は、現像剤を現像容器 40 内で循環させるとともに、トナーとキャリアとを攪拌して摩擦帯電させる。

【0035】

<二成分現像剤>

二成分現像剤のトナーは、結着樹脂、着色剤、そして、必要に応じてその他の添加剤を含む着色樹脂粒子と、コロイダルシリカ微粉末のような外添剤が外添されている着色粒子とを有している。そして、トナーは、粉砕法により製造した負帯電性のポリエステル系樹

10

20

30

40

50

脂であり、体積平均粒径は $4\text{ }\mu\text{m}$ 以上、 $8\text{ }\mu\text{m}$ 以下が好ましい。本実施例では $5.5\text{ }\mu\text{m}$ であった。

【0036】

トナーの体積平均粒径の測定には、コールターカウンター T A - I I 型（コールター社製）を用いた。

【0037】

測定試料の電解水溶液として、一級塩化ナトリウムを用いて調製した 1% NaCl 水溶液を使用した。電解水溶液 $100\sim150\text{ ml}$ 中に分散剤として界面活性剤、好ましくはアルキルベンゼンスルホン酸塩を 0.1 ml 加え、測定試料を $0.5\sim50\text{ mg}$ 加えた。測定試料を懸濁した電解水溶液は、超音波分散器で約 $1\sim3$ 分間分散処理を行なった後に
10
コールターカウンター T A - I I 型にセットした。コールターカウンター T A - I I 型では、アパーチャーとして $100\text{ }\mu\text{m}$ アパーチャーを用いて $2\sim40\text{ }\mu\text{m}$ の粒子の粒度分布を測定して体積平均分布を求めた。こうして求めた体積平均分布より、体積平均粒径を得た。

【0038】

キャリアは、表面酸化又は未酸化の鉄、ニッケル、コバルト、マンガン、クロム、希土類などの金属、及びそれらの合金、或は酸化物フェライトなどの磁性粒子が使用可能であり、磁性粒子の製造法は特に制限されない。キャリアは、体積平均粒径が $20\sim50\text{ }\mu\text{m}$ 、好ましくは $30\sim40\text{ }\mu\text{m}$ であり、抵抗率が $1\times10^7\text{ }\Omega\text{ cm}$ 以上、好ましくは $1\times10^8\text{ }\Omega\text{ cm}$ 以上である。本実施例では、キャリアの体積平均粒径は $\phi 40\text{ }\mu\text{m}$ 、抵抗率が
20
 $5\times10^8\text{ }\Omega\text{ cm}$ である。

【0039】

キャリアの体積平均粒径は、レーザー回折式粒度分布測定装置 H E R O S（日本電子製）を用いて、体積基準で粒径 $0.5\sim350\text{ }\mu\text{m}$ の範囲を 32 対数分割して測定した。そして、それぞれのチャンネルにおける粒子数をカウントした結果から体積 50% のメジアン径をもって体積平均粒径とした。

【0040】

キャリアの抵抗率は、測定電極面積 4 cm 、電極間隔 0.4 cm のサンドイッチタイプのセルを用いた。 1 kg の重量の加圧下で、セルの両電極間に印加電圧 $E\text{ (V/cm)}$ を印加して、回路に流れた電流からキャリアの抵抗率を測定した。
30

【0041】

更に、低比重のキャリアとして、フェノール系のバインダー樹脂に磁性金属酸化物及び非磁性金属酸化物と所定の比で混合し、重合法により製造した樹脂キャリアを使用することができる。このような樹脂キャリアの体積平均粒径は $35\text{ }\mu\text{m}$ 、真密度は $3.6\sim3.7\text{ (g/cm}^3\text{)}$ 、磁化量は $53\text{ (A}\cdot\text{m}^2/\text{kg)}$ である。磁性キャリアの磁化量 ($\text{A}\cdot\text{m}^2/\text{kg}$) は、キャリアの磁気特性を理研電子（株）製の振動磁場型磁気特性自動記録装置を用いて測定した。円筒状にパッキングしたキャリアを 79.6 kA/m (1000 エルステッド) の外部磁場中において、キャリアの磁化の強さを測定することにより求めた。

【0042】

二成分現像方式は、他の現像方式と比較して、画質の安定性、装置の耐久性などの長所を備えている。一方、トナーが消費されることにより、現像容器内の非磁性トナーとキャリアの混合比（トナー濃度：TD比）が変化し、その結果、トナー帯電量（トリボ）が変化することで、現像特性が変化して出力画像濃度が変化する問題がある。

【0043】

このため、画像形成された画像濃度を一定に維持するために、現像剤の TD 比や画像濃度を正確に検出して、過不足の無いトナーを補給するトナー補給制御技術が実用化されている。

【0044】

（実施例 1）

10

20

30

40

50

< 補給制御 >

二成分現像方式は、他の現像方式と比較して、画質の安定性、装置の耐久性などの長所を備えている。一方、トナーが消費されることにより、現像容器内の非磁性トナーとキャリアの混合比率（トナー濃度、以降TD比とも呼ぶ）が変化し、その結果、トナー帯電量が変化することで、現像特性が変化して出力画像濃度が変化するという問題がある。このため、画像形成された画像濃度を一定に維持するために、現像剤のTD比や画像濃度を正確に検出して、過不足の無いトナーを補給するトナー補給制御技術が実用化されている。

【0045】

図4は比較例としての従来制御のフローチャート（比較例1）、図9は本実施例の制御のフローチャートである。図5はTD比の差分と必要トナー補給量の換算テーブルの説明図である。図6はビデオカウント値とトナー消費量の換算テーブルの説明図である。

10

【0046】

図1に示す画像形成装置100では、ビデオカウント+パッチ検ATR制御+トナー濃度センサによるトリプル制御方式の補給制御を採用している。ここで、パッチ検ATR制御とは、像担持体或いは中間転写部材に所定の帯電/露光条件で形成したパッチ画像のトナー載り量が所定値に収束するように、補給用現像剤を現像容器に補給して、現像剤（二成分現像剤）のトナー濃度を变化させるものである。本実施例では、図2に示すようにパッチ画像を検知する画像濃度検知部である画像濃度センサ7aは感光ドラム1aに形成されたパッチ画像を検知するものとする。もちろん、中間転写部材である中間転写ベルト上のパッチ画像を検知する構成であってもいい。

20

【0047】

すなわち、パッチ検ATR制御で検出したパッチ画像濃度を画像濃度検知部が検知して、その検知結果から現像装置内の目標TD比を変更する。そして、トナー濃度センサ10を用いて測定した現像装置内のTD比（トナーとキャリアの混合比率）が、変更した目標TD比になるように、補給用現像剤の補給量を算出する。そして、算出された補給量に対して、ビデオカウント値から予測されるトナー消費量分を加算することで、実補給量を算出する。

【0048】

図3に示すように、現像剤カートリッジ46は、イエロー、マゼンタ、シアン、ブラック用全てが略円筒形であり、画像形成装置100に対しては、装着部20を介して容易に脱着可能とされている。

30

【0049】

現像装置4aの搬送攪拌スクリー44bの近傍の現像容器40の上壁40Aには、現像剤補給口45が設けられている。現像剤補給口45には、補給用現像剤を搬送するための現像剤補給スクリー47が設けられている。現像装置4aにおいては、画像形成によって消費されたトナー量に相当する量の補給用現像剤は、現像剤補給スクリー47の回転力と重力によって、現像剤カートリッジ46から現像剤補給口45を通して現像容器40内に供給される。なお、補給方法としては、公知のブロック補給方式を採用している。ブロック補給方式とは、予め設定した1ブロックトナー補給量（本実施例では200mg）までトナー補給をため込み、1ブロック補給量200mgごとに補給スクリー32を1周回転することで補給する制御である。補給スクリーのスクリー位相によって1周期内でトナー補給量が増減するために、安定した補給量を得るためには常に1周期毎に補給するブロック補給方式が好ましい。本実施例では、A4サイズで2ブロック補給、A3サイズで4ブロック補給を1枚当たりに補給する最大補給数と設定している。

40

【0050】

図2に示すように、トナー供給制御は、比較例としての従来制御（比較例1）、本実施例の制御共に以下の3つの制御部を併用する方式を用いている。このように、第一、第二、そして第三制御部を組み合わせることで、出力画像濃度を安定化させることが可能となる。

【0051】

50

第一制御部：トナー濃度センサ 10 を用いて検出される T D 比を一定に保つようにトナー補給量を設定するトナー濃度制御。トナー濃度センサ 10 として、T D 比が高くなることで低下する現像剤中の見かけの透磁率変化を検知して T D 比を算出するインダクタンス検知センサを採用した。トナー濃度センサ 10 は、T D 比が高くなってキャリアが相対的に減ると出力が低下し、T D 比が低くなってキャリアが相対的に増えると出力が上昇する。第一制御部では、現像容器 40 内の現像剤の T D 比をトナー濃度センサ 10 で検出し、この濃度信号と目標 T D 比（初期は予め記憶されたトナー濃度基準信号値）とを比較し、その比較結果に基づいて T D 比検知補給制御を行う。

【0052】

第二制御部：画像濃度センサ 7a を用いて検出されるパッチ画像を一定に保つようにトナー補給量を設定するトナー帯電量制御。画像濃度検知部としての画像濃度センサ（7a）は、感光体（1a）に所定の画像形成条件で形成された中間階調のパッチ画像を検出してトナー載り量に応じた濃度信号を出力する。そして、濃度信号と予め記憶されたパッチ濃度初期基準信号とを比較し、その比較結果に基づいて現像装置 4a 内の現像剤の目標 T D 比を変更する。そして、現像剤に占めるトナーの割合が目標 T D 比に収束するように、検出部（10）の出力に基づいて供給装置（46）を制御する。画像濃度センサ 7a は感光ドラム 1a に対向配置され、LED 光を照射して感光ドラム 1a 表面からの正反射を検出する正反射型の光学センサである。感光ドラム 1a の表面のトナー粒子が増えると、散乱反射光が増えて正反射光が減少するため、パッチ画像のトナー載り量に応じた出力信号が得られる。

【0053】

第三制御部：ビデオカウント数計測回路 11 を用いて検出した画像ごとのトナー消費量に見合うようにトナー補給量を設定する消費量補充制御。第三制御部では、画像形成中の画像の露光信号（又は画像情報信号の濃度信号）をビデオカウント処理回路 11 が処理して画像ごとのトナー消費量を求めるビデオカウント検知補給制御を行う。

【0054】

プリンタ制御部 15 は、画像形成が開始すると（S1）、ビデオカウント処理回路 11 が画像形成中のビデオカウント値を算出する（S2）。ビデオカウント値は、画像信号処理回路 12 の出力をパルス幅変調回路 13 がパルス幅変調した出力信号の H レベルを画素毎にカウントしたカウント数である。このカウント数を原稿紙サイズ全体で積算することにより、原稿 1 枚当たりの現像ドット数に対応するビデオカウント数 N が算出される。またビデオカウント数からプリントの印字率を求められる。本従来例においては、ある 1 色について A4 サイズ用紙片面の全面ベタ画像（印字率 100% の画像）のビデオカウント数 $N = 512$ とし、例えば、ビデオカウント = 26 の場合の印字率は比率計算で 5% と求めている。

【0055】

その後、算出されたビデオカウント数 N で図 6 の換算テーブルを参照して、トナー消費量、つまり必要トナー補給量 $F(Vc)$ （以下、ビデオカウント制御補給量と呼ぶ）を算出する（S3）。図 6 の換算テーブルは、ビデオカウント—補給量変換テーブルであって、横軸が原稿 1 枚当たりのビデオカウント数 N であり、縦軸が必要トナー補給量 $F(Vc)$ である。その後現像装置 4a 内に備えたトナー濃度センサ 10 を用いて現像剤の T D 比の濃度信号 $Vsig$ を検知する（S4）。

【0056】

次に、既に求められてメモリに記録されている目標 T D 比 $Vtrg$ と濃度信号 $Vsig$ とが比較されて差分（ ΔTD ）が求められる（S5）。詳述すると、 $\Delta TD = Vtrg - Vsig < 0$ の場合、目標 T D 比に対して実際の T D 比が低いと判断し、図 5 の換算テーブルを ΔTD で参照して、トナー補給量 $F(TD)$ （以下、トナー濃度制御補給量と呼ぶ）を算出する。一方、 $\Delta TD = Vtrg - Vsig \geq 0$ の場合、目標 T D 比に対して実際の T D 比が高いと判断し、図 5 の換算テーブルを ΔTD で参照して、 $F(TD)$ を算出する。図 5 の換算テーブルは、横軸が実信号値の差分 ΔTD に T D 比感度等調整係数 α を掛

け合わせた値であり、縦軸の正方向が必要トナー補給量、負方向が過剰トナー量である。従って $\Delta T D > 0$ の場合は、補給トナー量 $F(TD)$ は - として算出する。

【0057】

$$F(TD) = \alpha \times \Delta T D = \alpha \times (V_{trg} - V_{sig})$$

トナー濃度検知部（トナー濃度センサ）であるインダクタンスセンサ10は6.8Vのアナログ出力を0～255でデジタル出力している。トナー濃度8%のときに検出されるトナー濃度信号 V_{sig} が128となるように現像装置の初期設置時に制御電圧を調整されている。インダクタンスセンサはキャリアの比率が高まると現像剤（二成分現像剤）の透磁率が高まることを利用してトナー濃度に応じた信号を出力する透磁率センサである。このように調整した時に、実際のトナー濃度とインダクタンスセンサにより検出されたトナー濃度信号 V_{sig} の間には図7のような関係が成り立つ。TD比3%～13%まではTD比1%あたり V_{sig} 値15の線型の関係が保たれており、それ以下、若しくは以上のTD比では V_{sig} の感度は鈍くなる（図7の破線）。

10

【0058】

次に、実際に補給する実トナー補給量 F を次式により決定する（S6）。

【0059】

なお、 $F(REMAIN)$ は前回補給制御の余りであり、後述する。

【0060】

$$F = F(TD) + F(Vc) + F(REMAIN)$$

そして、上記補給量 F を1ブロック補給量で割ることで、必要ブロック補給数 $B(C)$ が得られる（S7）

20

$$B(C) = F / 1 \text{ ブロック補給量 (200 mg) 整数分 : 補給余り : } F(REMAIN)$$

$B(C) > 1$ のとき、整数分のブロック数分補給制御を実施する（S8）。またこの際、1ブロック補給量に満たない補給量分は $F(REMAIN)$ として次回補給タイミングに持越しされる。

【0061】

上記パッチ画像の形成頻度は比較例1の場合、A4横送りの画像形成200枚ごとに行うものとする（S10のYes）。そのタイミングでない場合は、画像形成を続ける（S10のNo）。ここで、図4のCNTはA4横送りの画像毎ページごとにカウントUPするパッチ検ATRのカウンタであり（S9）、CNTthはパッチ検ATRの実行判断をするパッチ検実行閾値である。本実施例ではCNTth = 200とした（S10）。

30

【0062】

パッチ検ATR制御では、感光ドラム1a上に一定面積を有する基準トナー像（パッチ画像）の静電潜像を形成し、これを所定の現像コントラスト電圧によって現像する（S11）。そして、画像濃度検知部である画像濃度センサ7aでパッチ画像を検出して、濃度信号 S_{sigD} を取得する（S12）。

【0063】

次に得られた濃度信号 S_{sigD} と予めメモリに記録されているパッチ濃度初期基準信号 $S_{sigDref}$ とを比較することで、目標TD比 V_{trg} を算出し設定を行う。以下に詳述する。

40

【0064】

差分 $\Delta OD = S_{sigD} - S_{sigDref}$ 0の場合、パッチ画像の濃度が低いと判断されるため、目標TD比を高める方向に修正して、画像濃度を高める必要がある。差分 ΔOD から初期濃度に戻すために必要な目標TD比（ V_{trg} ）は、次式により算出される（S15）。次式では、実信号値（ $S_{sigD} - S_{sigDref}$ ）にTD比感度等調整係数 β を掛け合わせて補正を行っている。TD比感度等調整係数 β は実TD比1%当たりのパッチ検センサやインダクタンスセンサの感度を鑑みて設定されるべきもので比較例1、実施例1共に $\beta = 0.075$ とした。

$$V_{trg} = V_{trg} + \beta \times \Delta OD$$

50

【0065】

一方、差分 $\Delta OD = SigD - SigD_{ref} < 0$ の場合、パッチ画像の濃度が高いと判断されるため、目標TD比を下げる方向に修正して、画像濃度を下げることがある。差分 ΔOD から初期濃度に戻すために必要な目標TD比 (V_{trg}) は、次式により算出される (S15)。

$$V_{trg} = V_{trg} + \beta \times \Delta OD$$

【0066】

比較例1、実施例1共に、1回のパッチ検ATRによる目標TD比の変え幅は最大でも ± 2 とした (S14)。これは、パッチ検ATRの振れにTD比が影響を受けすぎないようにするためである。

10

【0067】

また、比較例1、実施例1共に、パッチ検ATRによって得られた目標TD比 V_{trg} が、システムとして許容できるTD比の許容外にまで至ることを防止するために、 V_{trg} に上限、下限を設けている (先述の通り、インダクタンスセンサが線型的に感度良く読める範囲からも設定する必要がある)。本実施例では、目標TD比 V_{trg} を、予めメモリに記録されている「システムとして許容できる下限TD比 (V_{L1mt})」を割り込んでいると判断した場合 (S17)、 $V_{trg} = V_{L1mt}$ に設定している。ここで、下限TD比 (V_{L1mt}) は、低TD比時に発生する画像不良 (本実施例ではキャリア付着による白抜け画像) 限界から算出し、具体的には初期TD比8%に対して、下限TD比は5%に設定にした。また同様にして、目標TD比 V_{trg} が、予めメモリに記録されている「システムとして許容できる上限TD比 (V_{H1mt})」を超えていると判断した場合、 $V_{trg} = V_{H1mt}$ に設定している (S19)。こで、上限TD比 (V_{H1mt}) は、高TD比時に発生する画像不良 (本実施例では白地部にトナーが現像される所謂かぶり) 限界から算出し、具体的には初期TD比8%に対して、上限TD比は11%に設定にした。つまり、図7より下限TD比5% = 173、上限TD比11% = 83なので、 V_{trg} は83 V_{trg} 173, ($V_{L1mt} = 173$, $V_{H1mt} = 83$) の範囲を取り得る。

20

【0068】

上述したように、比較例1ではビデオカウント+パッチ検ATR制御+トナー濃度センサによるトリプル制御方式の補給制御を行うことで、バランス良く出力画像濃度を安定化することが可能になった。

30

【0069】

しかしながら、冒頭で述べた高印字率画像を連続プリントした場合に、上記トリプル制御を実施しても画像安定化の悪化が発生する場合があった。図8は比較例1において、初期から4000枚まで5%印字率画像をプリントしその後10000枚まで30%印字率画像をプリントした時の、(a): 印字率推移、(b): トナー帯電量推移、(c): パッチ画像濃度信号 $SigD$ 、(d): トナー濃度信号 $Vsig$ 、(e): 実TD比 (トナー濃度比率)、(f): 画像濃度である。

【0070】

図8(a), (b), (c), (d)より、4000枚プリント時に印字率が5%から30%へと変化すると、多量のトナー消費に伴うトナー補給が高頻度で実行され、それによる攪拌時間の短縮がトナー帯電量を低下させてパッチ画像濃度 $SigD$ を上昇させる。しかし、パッチ検ATRによりTD比を下げることによって5500枚までは結果としてトナー帯電量もパッチ画像濃度も安定していることが分かる。5500枚プリント時でTD比は下限の $Vsig = 173$ (TD比5%時の信号値) となってしまう、それ以上は目標TD比を下げることは出来ない。その後も30%印字率画像のプリントが続いた場合、帯電量を上げる部を持たないため緩やかに帯電量は下がっていき、それに伴いパッチ画像濃度 $SigD$ 、画像濃度は共に上昇していく。この6500枚まではインダクタンスセンサにて検知したトナー濃度信号 $Vsig$ と実際の現像剤のトナー実TD比は図7の関係を守っており図8(d), (e)からも分かる通り $Vsig$ と実TD比に乖離は見られない

40

50

($Vsig : 173 = \text{実TD比} : 5\%$)。しかし、プリント枚数を増すごとにトナー帯電量は低下を続け、パッチ画像濃度 $SigD$ とパッチ濃度初期基準信号 $SigDref$ との差分 $\Delta OD = SigD - SigDref$ は徐々に大きくなる。そして6500枚を過ぎたところから、先に説明した通りトナー帯電量の低下に起因する現像剤の嵩密度の上昇によるインダクタンスセンサの誤検知が発生し、トナー濃度信号 $Vsig$ と実際の現像剤のトナー濃度実TD比にずれが生じ始める。このような状態においては、実TDよりもトナー濃度信号 $Vsig$ の検出値の方が低くTD比を出力するため、トナー濃度信号 $Vsig$ を173 (TD比5%) となるように補給制御を行った結果、実TD比は狙いの5%よりも高くなる。図8(e)より6500枚までは5%で実TD比を制御できていたものが、6500枚を過ぎたところからトナー濃度信号 $Vsig$ は173となっているのに実際の現像剤の実TD比は徐々に上昇し最終的に6%となっている。このように実TD比が上昇してしまうとそれに伴い抑えられていたトナー帯電量の低下のTD比1%分が抑えられなくなり、トナー帯電量の低下が加速する。6500枚以降トナー帯電量の低下が加速した結果、トナー帯電量は $22 \mu C / g$ となり、 $SigD$ は約600、画像濃度は1.55まで変動してしまう。(ここで本明細における横軸プリント枚数に対するTD比等のデータ点数は表記都合上パッチ検ATRの制御結果の全てにおいては示しておらず、適当な間隔で間引いていることに注意する)

【0071】

一方実施例1では、上記のような高印字率画像を連続してプリントされた時のトナー帯電量の低下に起因するインダクタンスセンサの誤検知が生じて、実TD比が所望のTD比(5%)となるよう下限目標TD比 $VLLim$ を誤検知分だけオフセットさせる。以下で詳述する。

【0072】

図9は実施例1の場合のフローチャートである。比較例1のフローチャートの(S12)から(S13)の間に新たに(S12-1)～(S12-9)のフローが加えられたものである。(S12)でパッチ濃度 $SigD$ の検出が行われた後、パッチ濃度信号 $SigD$ のパッチ濃度初期基準信号 $SigDref$ からの差分 $\Delta OD = SigD - SigDref$ の大きさによって目標TD比の下限 $VLLim$ を変化させる。図10は ΔOD が変化した時の、実TD比に対するトナー濃度信号 $Vsig$ のずれ分 $Vsig - diff$ を示す図である。図10より ΔOD が40を超えてくるとインダクタンスセンサの誤検知が発生し、 ΔOD が70を超えたあたりで誤検知量としては緩やかになってくる。 ΔOD はパッチ濃度信号 $SigD$ のパッチ濃度初期基準信号 $SigDref$ からの差分であるので、これが大きいかほどトナー帯電量が低下していると判断できる。 ΔOD の大きさを見積もることによってトナー帯電量の低下分を見積もり、図10によってインダクタンスセンサの誤検知量を予想することができる。よって、この誤検知量をキャンセルするように目標TD比の下限 $VLLim$ をオフセットさせることで、インダクタンスセンサの検知信号、つまり見かけ上のTD比は所望の下限5%よりも下がっているのだが、実TD比は所望の下限値5%とすることができる。

【0073】

実施例1では下記の表1の通り、 ΔOD の値によって図10のインダクタンスセンサの誤検知量に応じて目標TD比の下限 $VLLim$ をオフセットさせている。

【0074】

【表 1】

表 1

ΔOD	目標 TD比下限 V_{Llim}
40より小さい	173
40以上50より小さい	177
50以上60より小さい	181
60以上70より小さい	185
70以上	189

10

【0075】

本実施例では ΔOD が70での誤検知量は約1% ($V_{sig} - diff = 15$)であり、それ以降は誤検知量は略一定となるので表1の通り $\Delta OD = 40$ から70の間を10刻みで4ずつ V_{Llim} を変化させている。

【0076】

図11は実施例1において比較例1と同様に初期から4000枚まで5%印字率画像をプリントしその後10000枚まで30%印字率画像をプリントした時の、(a):印字率推移、(b):トナー帯電量推移、(c):パッチ画像濃度信号 S_{igD} 、(d):トナー濃度信号 V_{sig} 、(e):実TD比(トナー濃度比率)、(f):画像濃度である。比較例1の場合と同様に、5500枚まではTD比を下げることによってトナー帯電量もパッチ画像濃度も安定していることが分かる。5500枚以降は、比較例1の場合はTD比が下限となることでトナー帯電量が低下し、それによってインダクタンスセンサの誤検知が生じトナー帯電量の更なる低下が促進されている。しかし、本実施例の場合は図10に従って目標TD比の下限 V_{Llim} をオフセットさせることで V_{sig} を下げ、インダクタンスセンサの誤検知が生じても実TD比が所望の下限値(5%)となるように制御することができている。目標TD比の下限 V_{Llim} をオフセットさせても直ちに V_{sig} が下がるわけではないが、 V_{Llim} をオフセットさせることでパッチ検ATRの結果、目標TD比をオフセットさせる前の目標TD比下限よりも下げることができる。結果としてインダクタンスセンサの誤検知によるトナー帯電量の更なる低下はなく、最低でもトナー帯電量は25 [$\mu C / g$]に抑えられ、画像濃度も最大で1.49となり、高印字率の連続プリント時に生じるより精度高い画像安定化を達成できる。なお、本実施例では、下限 V_{Llim} をオフセットする際には、上限 V_{Hlim} の値は変更しないものとする。

20

30

【0077】

そして、本実施例では、パッチ画像濃度 S_{igD} とパッチ濃度初期基準信号 S_{igDref} との差分 $\Delta OD = S_{igD} - S_{igDref}$ が所定値よりも小さくなった場合(差がなくなる場合)には、オフセットをなくすものとする。

【0078】

トナーの帯電量の変化によってインダクタンスセンサの誤検知が生じても、本実施例のように実TD比が所望の値となるように目標TD比をオフセットさせることで所望のTD比の範囲にトナー濃度を制御することができる。一方で、パッチ検ATRは感光ドラムの状態や周囲の環境に大きく依るため、インダクタンスセンサの誤検知を誤検知してしまう場合が考えられる。このような場合を想定して、例えば現像装置の周囲の湿度やプリント印字率の平均値や現像器へのトナー補給量などに応じて、本実施例の制御を行ってもよい。

40

【0079】

例えば、現像装置の内部或いは周囲の相対湿度が予め設定した湿度以上の条件をもみたす場合にオフセットを開始する構成であってもいい。具体的には相対湿度が25%以上の場合にオフセットを開始する構成であってもいい。相対湿度に変えて絶対湿度を用いる構成であっても同様の効果を得ることができる。

【0080】

50

さらに、上記の条件に加えて、プリント印字率（画像印字率）が所定値以上、例えば、15%以上、の条件を満たす場合に、オフセットを開始する構成であってもいい。

【0081】

さらに、現像器へのトナー補給量が予め設定した値に達したといった条件を満たす場合にオフセットを開始する構成であってもいい。

【0082】

<ファラデー・ゲージの説明>

図12はファラデー・ゲージの構成の説明図である。トナー帯電量は、図12に示すように、ファラデー・ゲージ（Faraday - Cage）を用いて測定した。ファラデー・ゲージは、軸径の異なる金属筒を同軸になるように配置した二重筒を備え、二重筒の内筒内にさらにトナーを取り入れるためのトナー捕集紙（フィルター）93を備えている。二重筒の内筒92と外筒91は絶縁部材94によって絶縁されていて、内筒92の中に電荷量 q の帯電粒子を入れたとすると、静電誘導によりあたかも電気量 q の金属円筒が存在するのと同様になる。二重筒に誘起された電荷量をKEITHLEY 616 DIGITAL ELECTROMETERで測定し、測定された電荷量を内筒中のトナー重量で割ったものをトナー帯電量 Q/M とした。DIGITAL ELECTROMETERで測定し、測定された電荷量を内筒中のトナー重量で割ったものをトナー帯電量 Q/M とした。

10

【0083】

（実施例2）

20

実施例1では、出力画像の印字率が高い場合には、目標TD比の下限値をオフセットさせる構成について説明した。

【0084】

それに対して、本発明は、出力画像の印字率が低い場合には、目標TD比の上限値を上方にオフセットさせる構成にする。その理由は、以下になる。

【0085】

出力画像の印字率が低い場合は、低印字率画像を長期間連続してプリントすると現像器内のトナー入れ替えが少ないためにトナーとキャリアの摩擦帯電が過剰になされトナー帯電量が高くなる。パッチ検ATRはトナー濃度を高く設定してトナー帯電量を低下させるが、印字率が極めて低い場合はこれに打ち勝ちトナー濃度は上限に張り付く。その後はトナー濃度の調整が出来なくなるので継続して低印字率画像をプリントされた場合、トナー帯電量は上昇していき、同時に現像剤の嵩密度は低くなる。それによってインダクタンスセンサによる見かけの透磁率は小さくなり、現像剤中のキャリア比率が低下したと誤検知し、トナー濃度を高めに出力する。よってトナー濃度が上限に設定されていても実際のトナー濃度としては所望のトナー濃度とはならず、誤検知の分だけ低くなる現象が起こる。

30

【0086】

この課題を解決するため、本発明は、目標TD比の上限値を上方にオフセットさせる構成にする。本発明は、実施例1では下限値をオフセットさせる構成に対して、実施例2では上限値をオフセットさせる構成である以外は同じ構成である。

【0087】

40

本実施例では、実施例1と同様にパッチ濃度SigDの検出が行われた後、パッチ濃度信号SigDのパッチ濃度初期基準信号SigDrefからの差分 $\Delta OD = SigD - SigDref$ の大きさによって目標TD比の上限VHlimを変化させる。

【0088】

実施例2では下記の表2の通り、 ΔOD の値によって図10のインダクタンスセンサの誤検知量に応じて目標TD比の上限VHlimをオフセットさせている。

【0089】

【表 2】

表2

ΔOD	目標 TD比上限 V_{Hlim}
-40 より大きい	125
-40 以下-50 より大きい	121
-50 以下-60 より大きい	117
-60 以下-70 より大きい	113
-70 以下	109

10

【0090】

本実施例では、 ΔOD が-40を超えてくるとインダクタンスセンサの誤検知が発生し、 ΔOD が-70を超えたあたりで誤検知量としては緩やかになってくる。 ΔOD はパッチ濃度信号 S_{igD} のパッチ濃度初期基準信号 S_{igDref} からの差分であるので、この差分が大きいほどトナー帯電量が高くなっていると判断できる。 ΔOD の大きさを見積もることでトナー帯電量の上昇分を見積もり、インダクタンスセンサの誤検知量を予想することができる。よって、この誤検知量をキャンセルするように目標TD比の上限 V_{Hlim} をオフセットさせることで、インダクタンスセンサの検知信号、つまり見かけ上のTD比は所望の上限9%よりも上回っているのだが、実TD比は所望の上限値9%とすることができる。実施例2では表2の通り、 ΔOD の値によってインダクタンスセンサの誤検知量に応じて目標TD比の上限 V_{Hlim} をオフセットさせている。本実施例では ΔOD が-70での誤検知量は約1% ($V_{sig-diff} = 15$)であり、それ以降は誤検知量は略一定となるので表2の通り $\Delta OD = -40$ から-70の間を10刻みで4ずつ上限 V_{Hlim} を変化させている。

20

【0091】

この制御により、目標TD比の上限 V_{Hlim} をオフセットさせることで V_{sig} を上げ、インダクタンスセンサの誤検知が生じても実TD比が所望の上限値(9%)となるように制御することができている。目標TD比の上限 V_{Hlim} をオフセットさせても直ちに V_{sig} が上がるわけではないが、上限 V_{Hlim} をオフセットさせることでパッチ検ATRの結果、目標TD比をオフセットさせる前の目標TD比上限よりも上げることができる。結果としてインダクタンスセンサの誤検知によるトナー帯電量の更なる上昇を抑えることができ、画像濃度の極端な低下を抑制することができた。なお、本実施例では、上限 V_{Hlim} をオフセットする際には、下限 V_{Llim} の値は変更しないものとする。

30

【0092】

そして、本実施例では、パッチ画像濃度 S_{igD} とパッチ濃度初期基準信号 S_{igDref} との差分 $\Delta OD = S_{igD} - S_{igDref}$ が所定値よりも大きくなった場合(差がなくなる場合)には、オフセットをなくすものとする。

40

【0093】

トナーの帯電量の変化によってインダクタンスセンサの誤検知が生じても、本実施例のように実TD比が所望の値となるように目標TD比をオフセットさせることで所望のTD比の範囲にトナー濃度を制御することができる。一方で、パッチ検ATRは感光ドラムの状態や周囲の環境に大きく依るため、インダクタンスセンサの誤検知を誤検知してしまう場合が考えられる。このような場合を想定して、例えば現像装置の周囲の湿度やプリント印字率の平均値や現像器へのトナー補給量などに応じて、本実施例の制御を行ってもよい。

【0094】

例えば、現像装置の内部或いは周囲の相対湿度が予め設定した湿度以下の条件をもみた

50

す場合にオフセットを開始する構成であってもいい。具体的には相対湿度が５％以上の場合にオフセットを開始する構成であってもいい。相対湿度に変えて絶対湿度を用いる構成であっても同様の効果を得ることができる。

【００９５】

さらに、上記の条件に加えて、プリント印字率（画像印字率）が所定値以下、例えば、２％以上、の条件を満たす場合に、オフセットを開始する構成であってもいい。

【００９６】

さらに、現像器へのトナー補給量が予め設定した値に達といった条件を満たす場合にオフセットを開始する構成であってもいい。

【００９７】

以上、説明したように、本実施例により、極端なトナー濃度の変動が生じた場合であっても、画像の変動を小さくすることができる。

【符号の説明】

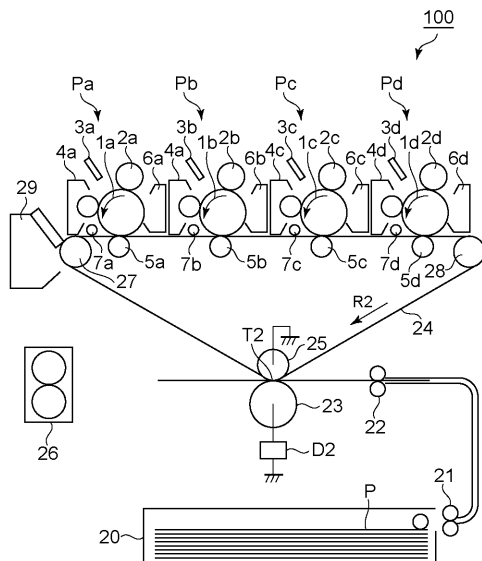
【００９８】

- １ a、１ b、１ c、１ d 感光ドラム
- ４ a、４ b、４ c、４ d 現像装置
- ２ ４ 中間転写ベルト
- ４ １ 現像スリーブ
- ７ a 画像濃度センサ
- １ ０ インダクタンスセンサ

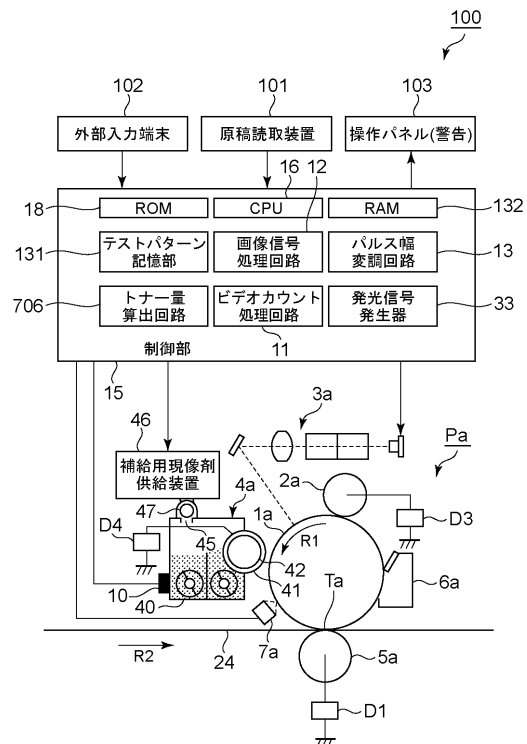
10

20

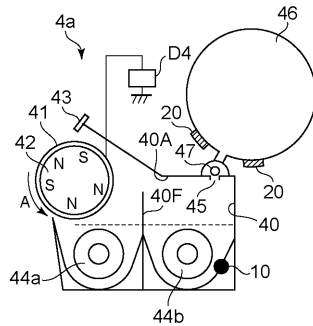
【図１】



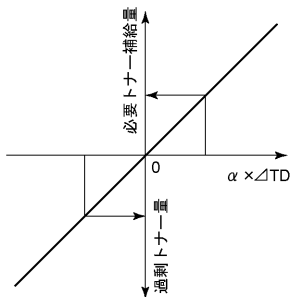
【図２】



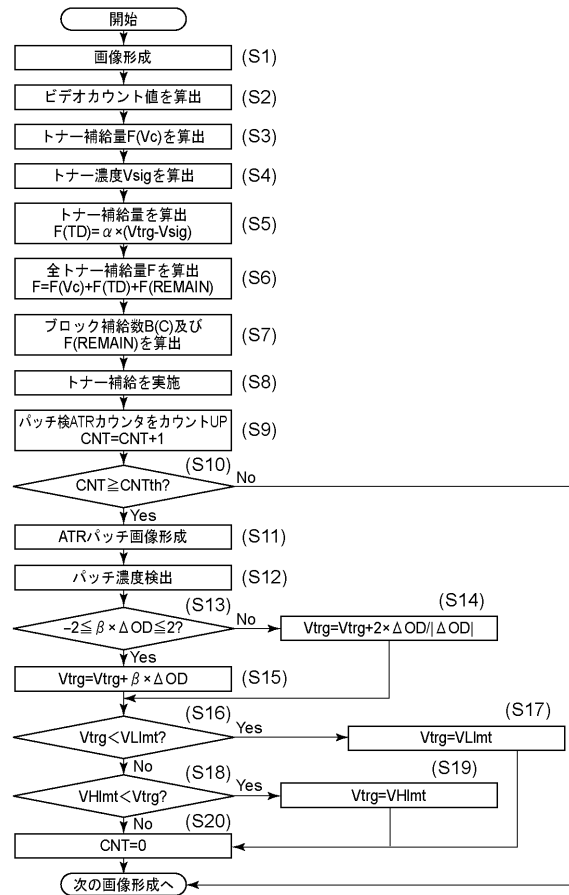
【 図 3 】



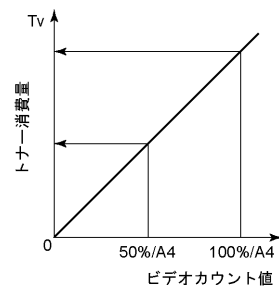
【 図 5 】



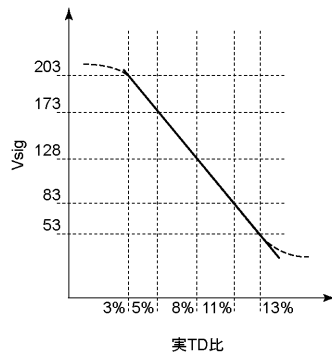
【 図 4 】



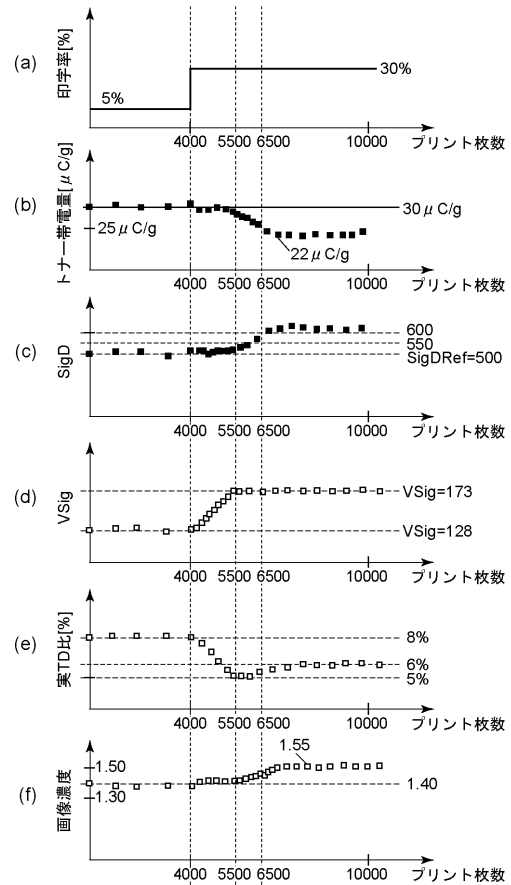
【 図 6 】



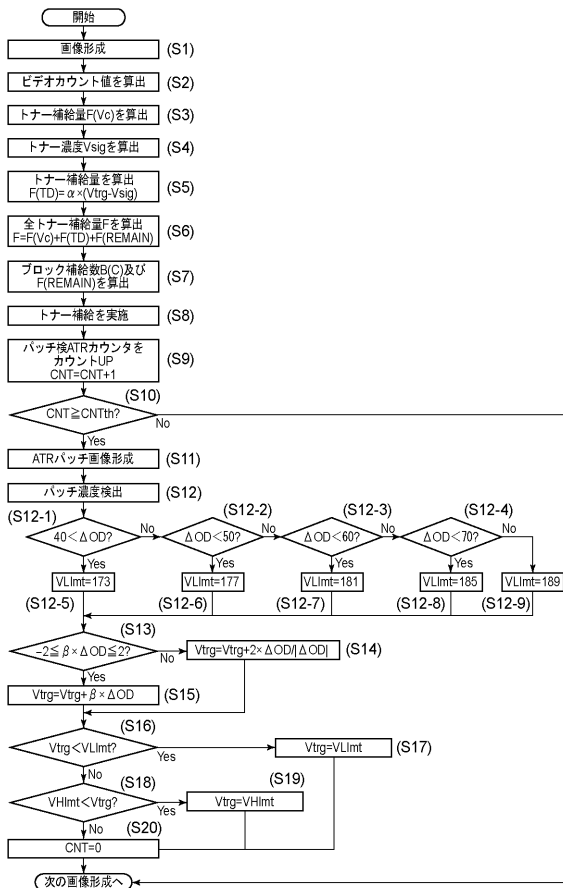
【図 7】



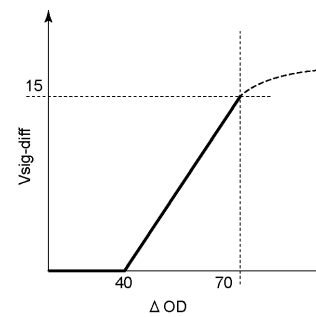
【図 8】



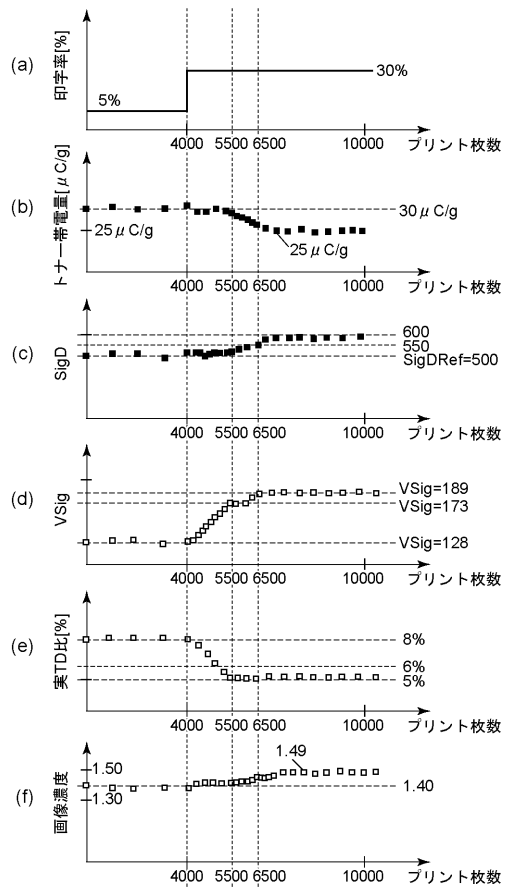
【図 9】



【図 10】



【図 1 1】



【図 1 2】

